

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Designérské řešení výtahové šachty

Design Solution of Elevator Shaft

Student:

Radek Ďurian

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Anna Plchová

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Radek Ďurian**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 60 Průmyslový design
Téma: Designérské řešení výtahové šachty
Design Solution of Elevator Shaft

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rešerši v oblasti navrhovaného zařízení.
2. Návrh bude respektovat připomínky zadavatele z praxe.
3. Pro vytvoření 3D modelu zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proved'te nezbytné výpočty a výpočty s využitím speciálních SW.
7. Bakalářská práce vyhotovená v souladu s požadavky a předpisy FS bude obsahovat úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty a popis konstrukčního řešení.
8. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část formát A1. Pro obhajobu zhotovte model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemnosti psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.

Petruželka, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf>>.

DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*, Ostrava: Montanex, 2000, ISBN 80-7225-018-3

KALAB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací*, Ostrava 2008, ISBN 978 -80-248-1290-8, VŠB – TU Ostrava, 90 s.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.

Firemní literatura, podklady apod.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

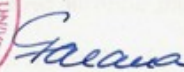
Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Radek Ďurian

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Výspě 8/646

700 30 Ostrava – Výškovice

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ŽURIAN, R. Designérské řešení výtahové šachty: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2011, 40 s. Vedoucí práce: Plchová, A.

Bakalářská práce se zabývá návrhem designu vnější výtahové šachty. V první části práce je popsáno rozdělení výtahových šachet dle různých kritérií. Následuje návrh vhodného designu šachty. Návrh zahrnuje i jednoduchý výpočet. Dále se práce zabývá návrhem kotvicích prvků opláštění. Poslední část práce se zabývá vizualizací šachty v odpovídajícím software.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ŽURIAN, R. Design solution of elevator shaft: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control Systems and Instrumentation, 2011, 40 p. Thesis head: Plchová, A.

This thesis deals with design of the outer shaft. The first part describes the distribution of lift shafts according to various criteria. The following proposal for an appropriatedesign of the shaft. The proposal also includes a simple calculation. The thesisdescribes the design of cladding anchors. The last part deals with the visualization ofthe shaft in the appropriate software.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce paní Dr. Ing. Anně Plchové za rady a připomínky, dále pak zadavateli návrhu Ing. Petru Syvalovi a Ing. Rostislavu Langerovi za možnost spolupracovat s firmou ATA Engineering a panu Vojtěchu Milkovi za odbornou pomoc při řešení práce.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	10
1. Úvod.....	11
1.1 Cíle práce	11
2. Rešerše	12
2.1 Seznámení s problematikou výtahových šachet.....	12
2.2 Rozdělení výtahových šachet dle stavebního řešení:	13
2.2.1 Vnější šachty	14
2.2.2 Vnitřní šachty.....	16
2.2.3 Kombinované šachty.....	19
2.3 Rozdělení ocelových konstrukcí šachet dle spojení	20
2.4 Rozdělení ocelových konstrukcí dle spojovaných profilů	20
3. Návrh šachty	21
3.1 Volba designu šachty	21
3.2 Volba umístění šachty na budově	24
3.3 Volba rozměrů šachty	25
3.3.1 Výška šachty	25
3.3.2 Rozměry horní nástavby	25
3.4 Osazení výtahovou technologií	26
3.5 Hmotnost konstrukce	27
3.6 Volba skleněných výplní.....	27
3.6.1 Typ zvolených skel	27
3.6.2 Hmotnost opláštění	28
3.6.3 Zatížení sněhem	29
3.7 Celková zátěž konstrukce.....	29
3.8 Pevnostní výpočet ocelové konstrukce	29
3.9 Design úchyty opláštění	31
3.9.1 Volba vzhledu úchytů	31
3.9.2 Render zvoleného úchyty.....	33
4. 3D model vytvořený pomocí CAM systému	34
4.1 První rendery	34
4.2 Výsledný model a rendery	35
5. Zhotovení fyzického modelu	37
6. Závěr	38

7.	Seznam použité literatury	39
8.	Seznam příloh	40

Seznam použitých značek a symbolů

a	délka hrany	[mm]
t	tloušťka stěny	[mm]
g	gravitační zrychlení	[m·s ⁻²]
p	tlak	[MPa]
r	rameno	[mm]
A	délka hrany	[mm]
F	síla	[N]
F_c	celková síla	[N]
F_l	síla na jednu stojku	[N]
M_o	ohybový moment	[Nm]
S	plocha	[mm ²]
W_o	průřezový modul v ohybu	[mm ³]
π	Ludolfovo číslo	[-]
σ, σ_{dov}	napětí v ohybu	[MPa]

1. Úvod

V současné době, kdy je standardem mít ve vícepatrovém domě výtah, vzniká potřeba k jejich instalaci. Při stavbě nových domů se již s výtahem počítá, ale u starších domů, které výtah postrádají, je nutno jej navrhnout dodatečně. Dnes se touto činností již zabývá mnoho podnikatelských subjektů, a proto je v tomto odvětví velká konkurence. Hlavním aspektem úspěchu je zde cena a v neposlední řadě také vizuální stránka produktu. Proto kromě ceny, je u navrhování výtahových šachet, kladen důraz na design, který může v konečném důsledku ovlivnit rozhodnutí zákazníka.

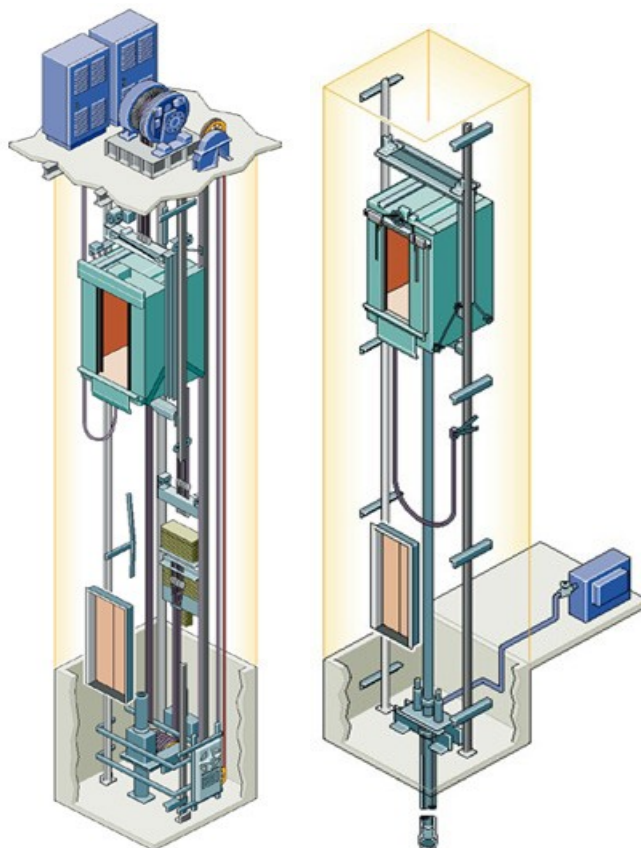
1.1 Cíle práce

Hlavním cílem práce bude návrh designu výtahové šachty. Podstatou řešeného problému bude změna tvaru konstrukce a některých částí. Návrh bude respektovat reálnost proveditelnosti této konstrukce ze stavebního hlediska. Budou zachovány hlavní rozměry standardní výtahové šachty od firmy ATA Engineering. A posledním cílem práce bude snaha nabídnout zákazníkovi reálný 3D model šachty pro lepší představu, jak by mohla vypadat skutečná šachta.

2. Rešerše

2.1 Seznámení s problematikou výtahových šachet

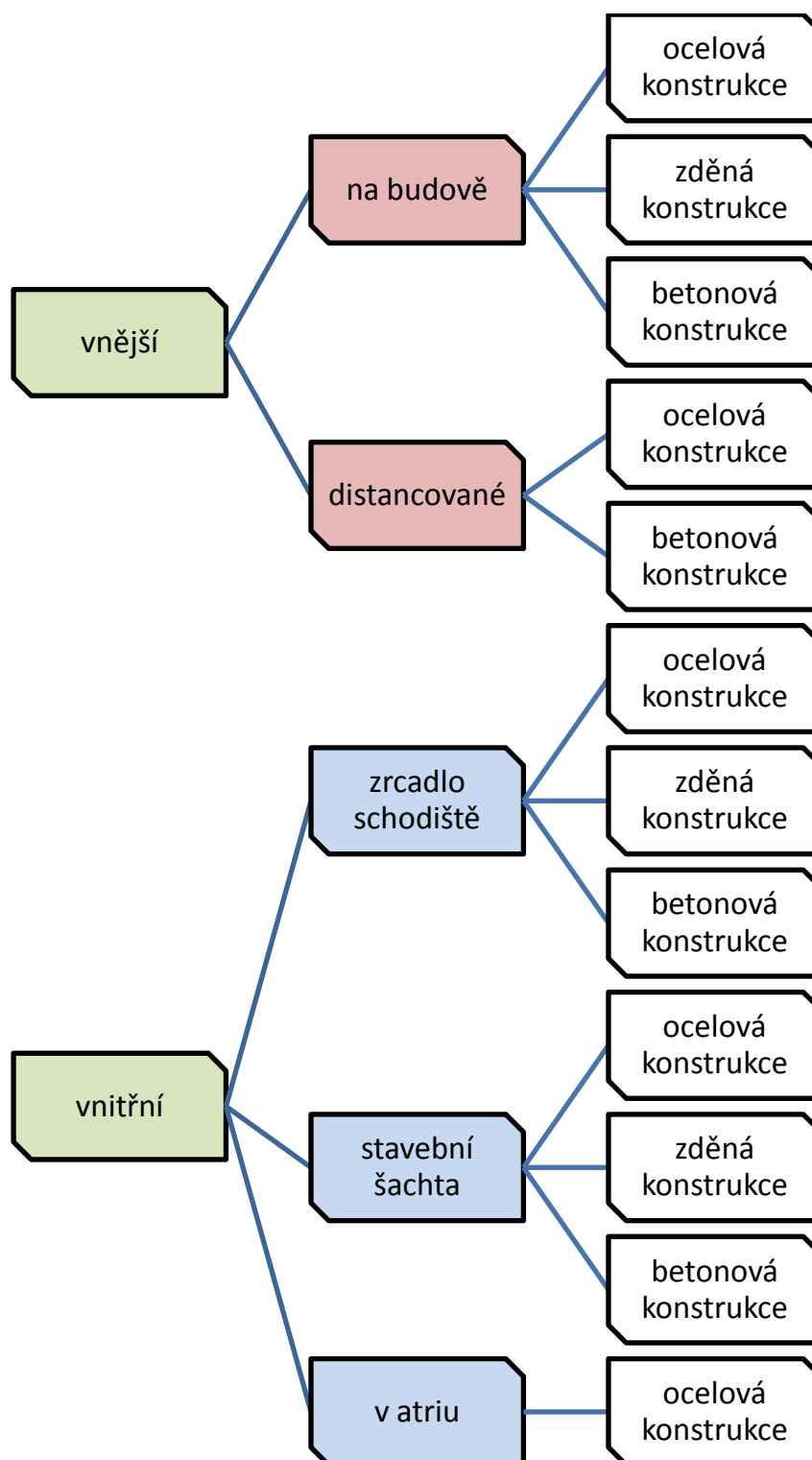
Výtahová šachta je v podstatě vnější nosná konstrukce výtahu neboli zdviže. Její konstrukce je buď ocelová, zděná či betonová. Betonová šachta tvoří zároveň izolaci, oproti tomu šachta z ocelové konstrukce má skleněné, plechové či jiné opláštění, jež tvoří izolaci. Na výtahové šachtě bývají připevněna vodítka, která znemožňují houpání a otáčení výtahové klece při jízdě i za klidu. Na šachtě bývají také umístěny záchranné prvky takzvané zachycovače, které jsou součástí vodítek. V horní nebo dolní části šachty bývá situovaná strojovna. Umístění strojovny závisí na typu výtahu. Pokud se jedná o výtah trakční (tažný) je strojovna umístěna v horní části šachty. Pokud je výtah hydraulický, strojovna bývá v dolní části šachty, nebo úplně mimo šachtu.



Obr. 2.1 Možnosti umístění strojovny

Obrázek vlevo znázorňuje umístění strojovny v horní části šachty. Na obrázku vpravo je umístění strojovny mimo šachtu.

2.2 Rozdělení výtahových šachet dle stavebního řešení:



Obr. 2.2 Rozdělení šachet

2.2.1 Vnější šachty

2.2.1.1 Na budově

Tyto šachty se vyznačují samonosnou konstrukcí. Vnější šachty se staví ocelové ze svařovaných profilů, nebo zděné či betonové. Při pozdější instalaci výtahu k domu se většinou používají ocelové konstrukce, z důvodu nižší ceny a snadnější realizace. U šachet s ocelovou konstrukcí je kladen větší důraz na design. Pro jejich opláštění se používá většinou skla. Někdy může být použit i plech či cementotřískové desky s izolačním materiálem. Oproti tomu zděné a betonové šachty jsou spíše řešeny jako funkční. Zděné šachty nejsou vhodné pro stavbu do velkých výšek. Vnější šachty bývají umístěny v blízkosti chodeb a schodišť domu, tak aby byly snadno dostupné. U městských domů bývají výtahy umístěny ne zřídka z odvrácené strany ulice, tj. ve dvoře domu.



Obr. 2.3 Šachty na budově, [6]

Na obrázku vlevo je vnější výtahová šachta s ocelovou konstrukcí a skleněným opláštěním, které zároveň tvoří tepelnou i světelnou izolaci. Na obrázku vpravo je také šachta ocelové konstrukce, avšak opláštění je zde provedeno pomocí cementotřískových desek.

2.2.1.2 Distancované

Je to nestandardní řešení z hlediska konstrukce, jelikož šachta může někdy být vzdálená od budovy až několik desítek metrů a její konstrukce není ničím podepřená, tudíž musí být samonosná. A to určuje velkou nákladnost tohoto řešení. Proto se používá u staveb, kde je více dbáno na výsledný vzhled budovy (design) a ne na cenu. Můžeme se s nimi setkat například u luxusních hotelů, muzeí, galerií, kasin atd. Tento typ se však používá opravdu ojediněle.



Obr. 2.4 Distancovaná šachta

Pěkný příklad vnější distancované výtahové šachty. Jak můžeme vidět, konstrukce je samonosná, postavena nejspíše z armovaného betonu. Vzhled šachty je vhodně upraven malými okny a drážkami. Šachta musí být dostatečně tuhá, aby mohla podepírat most mezi budovou a výtahem.

2.2.2 Vnitřní šachty

2.2.2.1 Zrcadlo schodiště

Zrcadlo schodiště je vlastně prostor mezi schodišťovými rameny, který je veden vertikálně přes jednotlivá patra. Při pozdější přístavbě výtahu do objektu se v naprosté většině případů používá ocelová konstrukce a to z mnoha důvodů. Prvním důvodem je cena, poté je to snadnost montáže a prostorové nároky. Tyto konstrukce mají opláštění skleněné, z pletiva, drátoskla, sádkartonu či plechové. Pletivo, drátosklo a plechové opláštění bylo většinou používáno v panelových domech. Dnes je hojně nahrazováno izolačním sklem. A u rekonstrukcí stávajících šachet je nahrazováno také sádrovláknitými deskami



Obr. 2.5 Šachty v zrcadle schodiště, [6]

Na obrázku vlevo je zachycena vnitřní výtahová šachta zkonstruovaná a postavená firmou ATA Engineering. Šachta je prosklená a způsobuje výrazný kontrast v architektuře tohoto domu. Skleněné opláštění nám umožňuje krásný výhled do výtahové šachty a také je mnohem hezčí než plechové či drátěné opláštění. Uchycení skel je zde provedeno pomocí rohové nerezové lišty, čímž je skleněná plocha hladší, než je tomu u ukotvení pomocí úchyty. Oproti tomu obrázek vpravo je šachta s opláštěním z pletiva.

2.2.2.2 Stavební šachta

Stavební šachta již většinou bývá předem projektovaná a výtah se montuje při stavbě domu. V dnešní době se používá, jak betonová šachta, tak ocelová konstrukce. Ocelová konstrukce je použita například v některých mrakodrapech. Zděná šachta se v dnešní době vyskytuje jen u starších domů. U novostaveb ji nahrazuje šachta betonová a to zejména kvůli stavebním požadavkům a požární bezpečnosti. Stavební šachta není z hlediska designu tak zajímavá, jelikož do ní není vidět, a proto se design řeší pouze u interiéru a dveří klece.



Obr. 2.6 Stavební šachta

Na obrázku 3.6 je vyobrazena jedna z mnoha vnitřních výtahových šachet nejvyššího mrakodrapu světa Burj Khalifa, který se nachází v Dubaji ve Spojených arabských emirátech. Šachta je z betonové konstrukce. Z obrázku je patrná velká výška šachty, což dokládá i počet a tloušťka lan, dále pak délka pístů bezpečnostních dorazu. Budova se chlubí nejvýše jezdícími výtahy, nejmohutnější výtahovou instalací a nejrychlejšími výtahy na světě (18 m/s – 65km/h). Na stavbě této budovy se podílela také česká firma, která zde zajistila a provozovala stavební výtahy.

2.2.2.3 Vnitřní šachta v atriu

Dnes hojně používané řešení umístění výtahu. Tyto typy výtahů se montují do velkých vícepatrových prostor uvnitř budov, jako jsou galerie a velká nákupní centra. V naprosté většině jsou výtahy navrhovány jako panoramatické s výhledem do atria. Opláštění je tvořeno buď sklem, nebo není žádné, jelikož odpadá potřeba tepelné a světelné izolace, která je zajištěna střechou atria. Kabina výtahu – klec bývá také prosklená.



Obr. 2.7 Šachty v atriu

Na obrázku vlevo je výtahová šachta od firmy ATA Engineering v nákupní galerii, opláštění je z důvodu bezpečnosti provedeno v přízemí. Jak je patrné ze snímku vyšší část výtahové šachty opláštění úplně postrádá. Dle norem ČSN musí být výtahová šachta ohrazena, aby se zabránilo úrazům při používání výtahů. Ohrazení výtahů, musí být nejméně do výšky dvou metrů nad podlahu (u schodiště nad čelní hranou schodů). Na obrázku vpravo výtah ve Veletržním paláci v Praze. Má velice výjimečnou konstrukci z hlediska technického tak i z hlediska designu.

2.2.3 Kombinované šachty

Zvláštním případem umístění je šachta kombinovaná, ta může být zčásti vnitřní a zčásti vnější šachtou. Nebo také zčásti je výtah veden stavební šachtou a v nejvyšších patrech je veden ocelovou přístavbou. Kombinací je tedy mnoho, proto jsem zde uvedl jen některé.



Obr. 2.8 Kombinované šachty, [6]

Obrázek vlevo šachta například prochází ve spodní části atriem a nad střechou atria je již šachtou vnější. Obrázek vpravo – šachta je ve spodní části vedena stavební betonovou šachtou a na povrchu vyústíuje v ocelové nástavbě.

2.3 Rozdělení ocelových konstrukcí šachet dle spojení

Dalším rozdělením konstrukcí šachet je rozdělení dle spojování jednotlivých dílů. Nejčastějším způsobem spojení je svařování, avšak existují i konstrukce spojované šrouby. Obrázek vlevo, znázorňuje spojení pomocí šroubového spoje. Obrázek vpravo je svařovaná konstrukce.



Obr. 2.9 Typy spojení konstrukcí šachet, [6]

2.4 Rozdělení ocelových konstrukcí dle spojovaných profilů

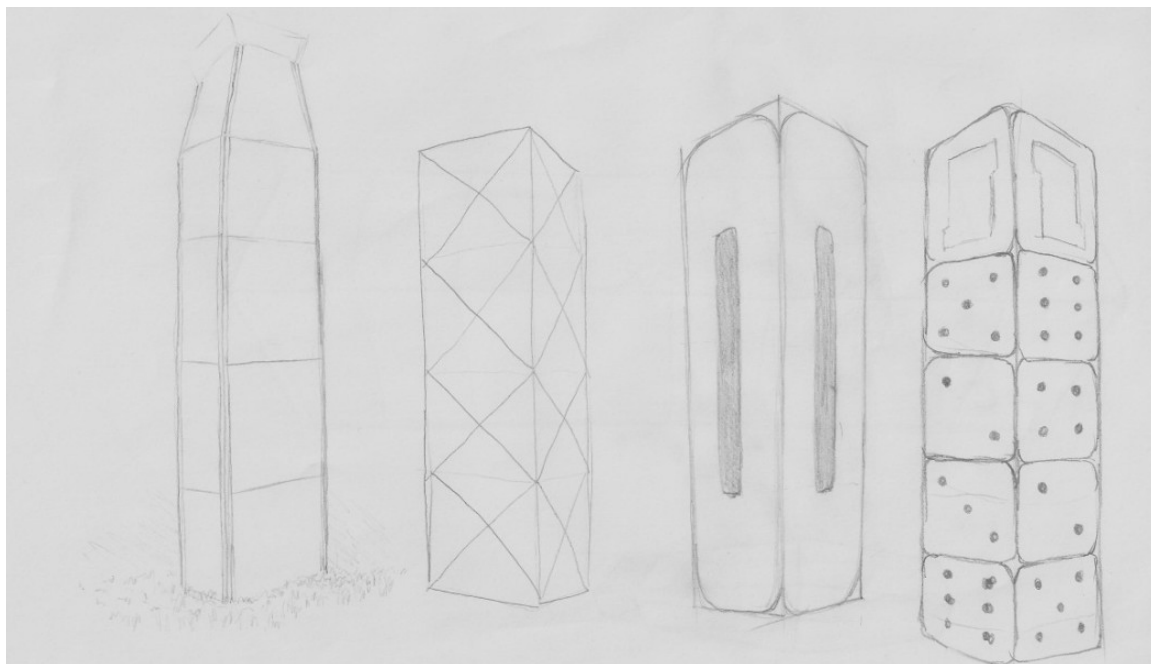
Pro ocelové konstrukce výtahových šachet se používá mnoho různých profilů trubek. Nejčastěji použitým profilem je však dutý profil čtvercový a obdélníkový. Používají se zejména kvůli nižší hmotnosti, ta určuje, že jsou levnější. Dalšími použitými profily pro konstrukce jsou válcované profily I, U, T, ty se však vyskytují v menší míře.

3. Návrh šachty

U svého návrhu výtahové šachty vycházím ze svařované ocelové konstrukce pro výtahové šachty, která již byla použita v praxi. Výtah bude trakční tažný, bez strojovny, to znamená, že pohon bude umístěn v horní části šachty pouze na nosné konstrukci, což má za následek menší prostorovou náročnost.

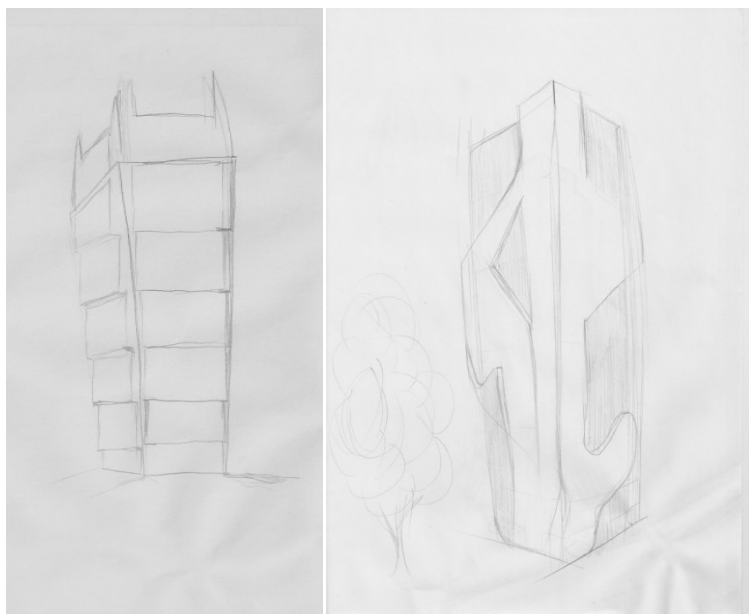
3.1 Volba designu šachty

Při navrhování své šachty jsem nejprve vyhotovil skici možných variant a následně jsem vybral nejvhodnější z nich.



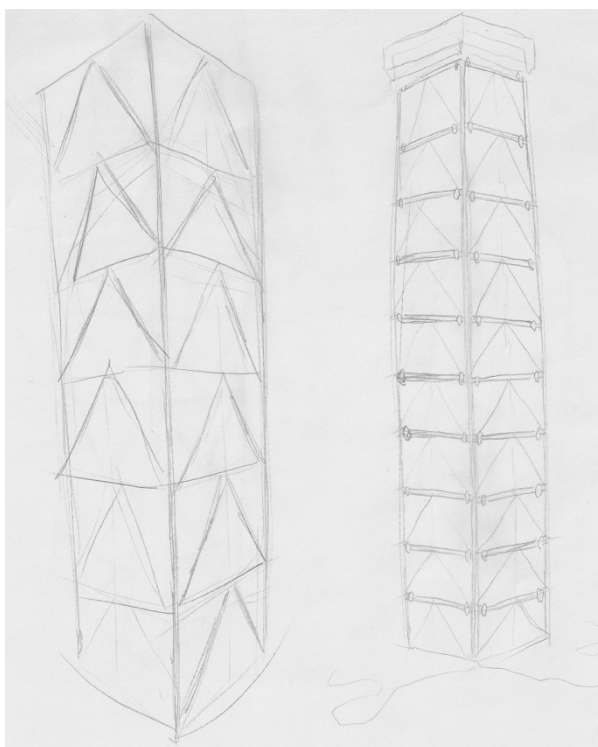
Obr. 3.1 předběžné skici

U prvních skic jsem pracoval s různými tvary konstrukcí. Vlevo jsou klasické ocelové konstrukce se skleněným opláštěním. U druhé skici zleva jsou vloženy nosníky ve tvaru X po vnějších stěnách šachty. Skici vpravo znázorňují ocelové konstrukce s plechovým opláštěním s natřenými vzory.



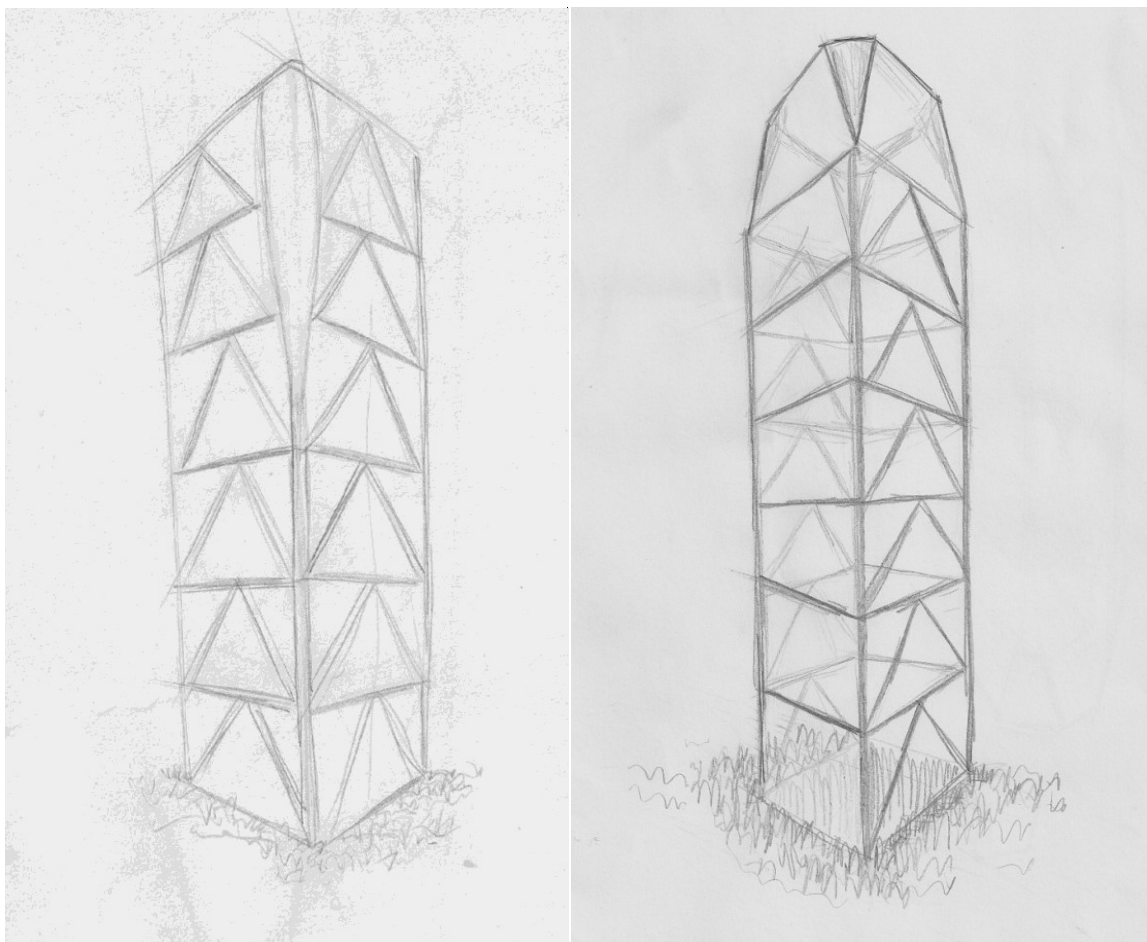
Obr. 3.2 Futuristické skici

Na obrázku 3.2 – další dvě z předběžných skic. U těchto skic šachet jsem použil futuristický vzhled, který jsem později pro konstrukční náročnost zavrhl.



Obr. 3.3 Skici šachty

Na obrázku 3.3 je již vidět vývoj návrhu ve finální podobě. U těchto skic je patrný první náznak šípovitých příček. Tvar konstrukce je již realizovatelnější, než tomu bylo u předchozích skic, proto jsem v dalších skicách vycházel z tohoto uspořádání konstrukce.

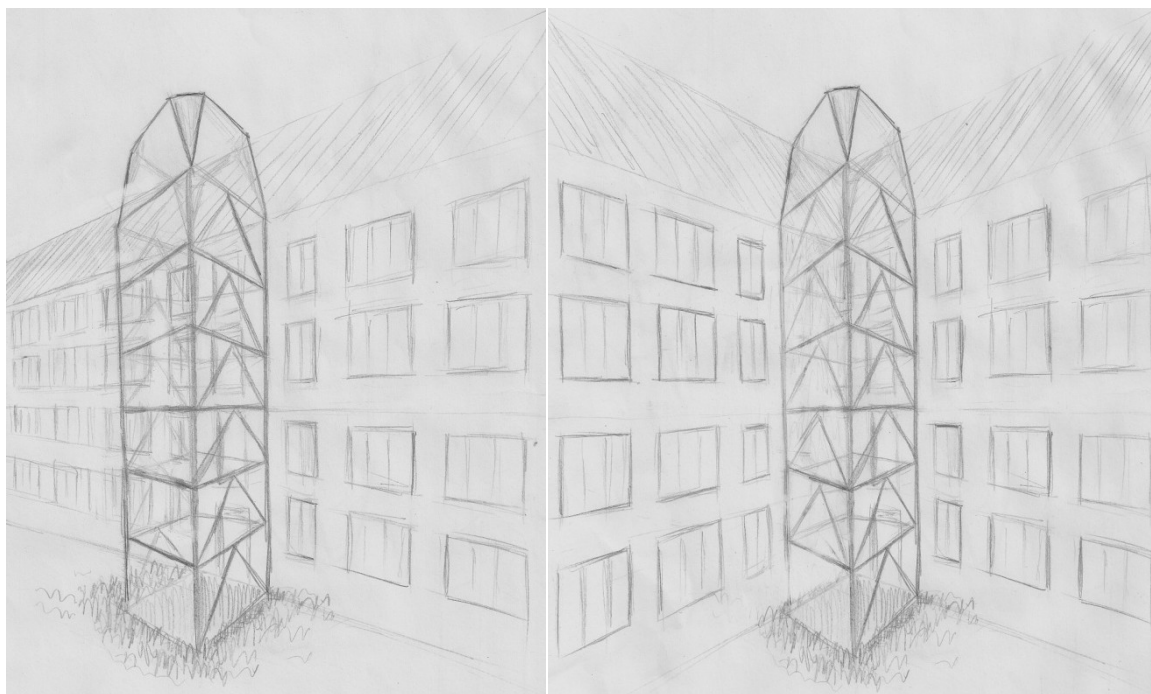


Obr. 3.4 Zvolená varianta

Obrázek vlevo je varianta, kterou jsem si chtěl zvolit, ale boční úkos nebyl vhodný z konstrukčního hlediska, proto jsem musel přepracovat horní část šachty. Tato změna je zakreslena u obrázku vpravo, což je finální varianta konstrukce šachty. Klasickou konstrukci šachty jsem zde doplnil o šípovitě uspořádané nosníky po stranách šachty. Šípovité zalomení vzhůru má symbolizovat směr, kterým se snažíme jít. Tyto nosníky výrazně mění vzhled celé konstrukce šachty. A také konstrukci výrazně zpevňují proti namáhání krutem.

3.2 Volba umístění šachty na budově

Volím ze dvou variant umístění: buď klasické umístění z boku budovy obrázek vlevo, nebo umístění v rohu domu – obrázek vpravo.



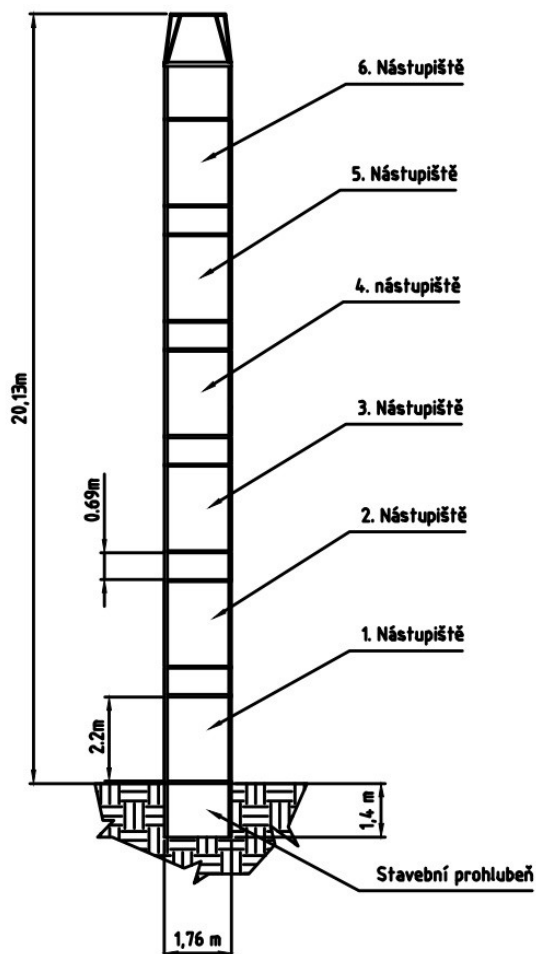
Obr. 3.5 Umístění šachty na budově

Z těchto dvou variant jsem zvolil variantu vlevo, umístění šachty z boku budovy. Umístění jsem vybral z hlediska dostupnosti výtahu z vnitřní chodby a schodiště domu. A také proto, že šachta v rohu by měla pouze dvě vnější stěny, což se pro můj záměr nehodí. Výtah bude situován ve dvoře domu, kde můžeme zanedbat velké působení větru.

3.3 Volba rozměrů šachty

3.3.1 Výška šachty

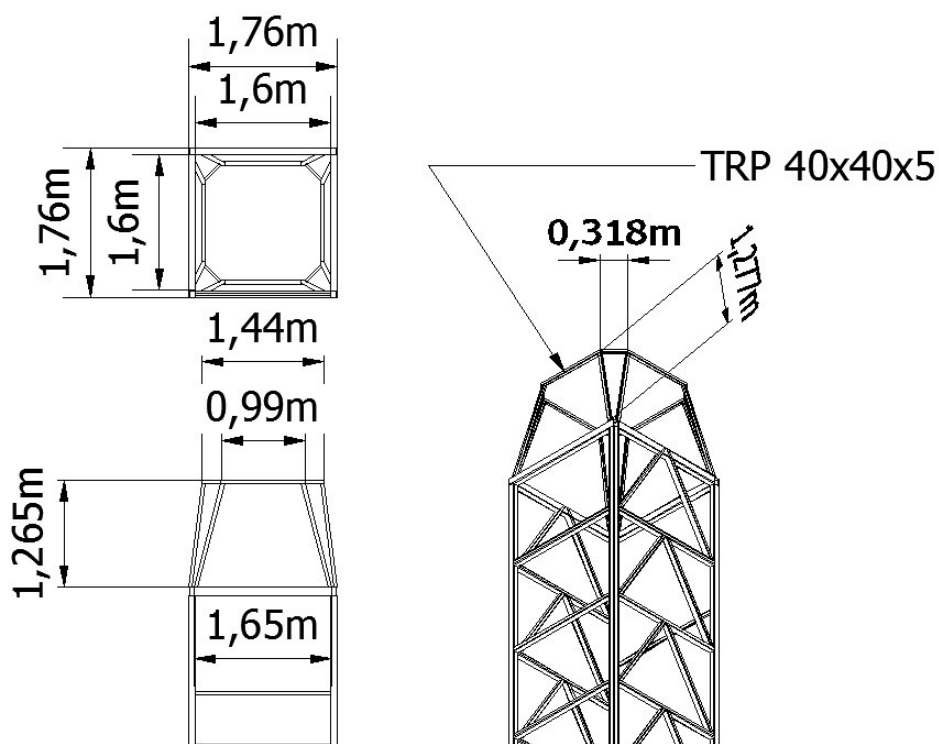
Z důvodu použití konstrukce šachty od firmy ATA Engineering, [6] jsem musel vycházet z přiložených výkresu a tudíž, bude šachta konstruována pro šestipodlažní dům a její výška bude přes 20 m. Prohlubeň bude vybetonována, její hloubka bude 1,4 m. Rozložení nástupišť je zakresleno v následujícím obrázku.



Obr 3.6 Výška šachty

3.3.2 Rozměry horní nástavby

V návrhu rozměru horní nástavby musím zohlednit rozměry pohonu a také prostor pro montáž. Všechny nosníky použité na konstrukci nástavby - volím typu TR 4HR 40 x 5. [1]



Obr. 3.7 Rozměry horní nástavby

3.4 Osazení výtahovou technologií

Pro konstrukci šachty volím výtahovou technologii od firmy Schindler a.s. a to typ S3300. Potřebné hmotnosti pro výpočet jsou uvedeny v následující tabulce. Tyto hodnoty jsem vybral z internetových stránek firmy Schindler. [5]

Části výtahové technologie	Hmotnosti [kg]
Nosnost výtahu	535
Hmotnost kabiny	479
Hmotnost protiváhy	746
Hmotnost pohonu a jeho součástí	200
Hmotnost kolejníc vodiček	200
Ostatní součásti	140
Celková hmotnost výtahové technologie	2300kg

Tab. 3.1 Hmotnosti výtahové technologie

3.5 Hmotnost konstrukce

Svařované profily volím standardních rozměrů a tvarů a to profily tvaru čtvercového a obdélníkového. V následující tabulce si určím hmotnosti jednotlivých nosníků. V tabulce je zaznamenána celková hmotnost ocelové konstrukce, která činí 2100 kg.

použití profilu	Rozměry profilu	Délka [m]	Hmotnost 1m [kg]	Hmotnost [kg]
Příčka věnec	TR OBD 100 x 80 x 4	6,4	12	76,8
Nosník	TR 4HR 80 x 4	76	11,4	866,4
Příčka boční	TR OBD 80 x 50 x 3	156	7,05	1100
Příčka čelní	TR OBD 60 x 20 x 3	19,2	3,01	57,6
Konstrukce nástavby	TR 4HR 40 x 5	18	5,12	92,2
Celková hmotnost	-	-	-	2100 kg

Tab. 3.2 Hmotnost ocelové konstrukce

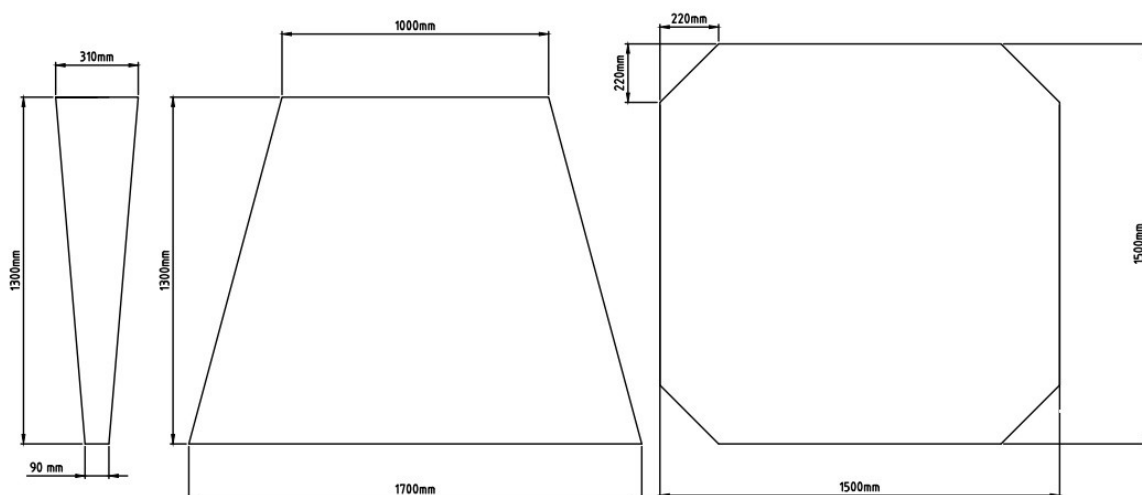
3.6 Volba skleněných výplní

3.6.1 Typ zvolených skel

Opláštění ocelové konstrukce bude zajištěno pomocí bezpečnostních izolačních dvojskel conex, [8] do výšky 2,5m. Výše bude plášť tvořen standardními izolačními dvojskly. Tyto izolační skla se skládají ze dvou tabulí plochého skla o standardní tloušťce 4 mm a vzduchové mezery 16mm. Maximální výška skleněných výplní je dle norem 2500 mm, čemuž v mém návrhu vyhovím. Do spár mezi skleněné výplně bude použit standardní silikon černé barvy.

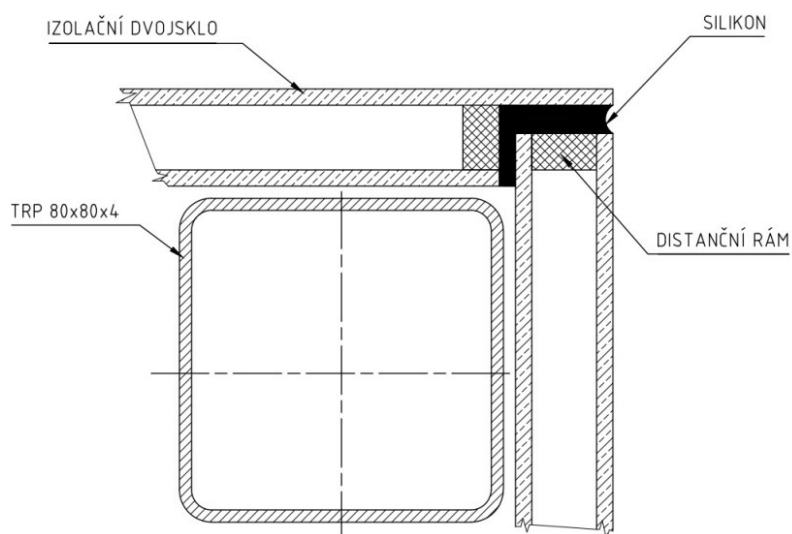
Tvar izolačního dvojskla	Rozměry výška ,šířka[mm]	Počet tabulí
Obdélníkové (conex)	1250x1834	13(2)
Obdélníkové (conex)	1250x1764	26(4)
Zkosené v rozích	1500x1500	1
Zkosené po stranách	4
Zkosené po stranách	4

Tab. 3.3 Rozměry skel



Obr. 3.8 Rozměry skel nástavby

Na obrázku 3.8 jsou zakresleny rozměry skel, které tvoří opláštění nástavby výtahové šachty



Obr. 3.9 Detail přeložení skel

Na obrázku je znázorněno přeložení skel v rohu výtahové šachty, které použijí pro model. Přeložení se provádí pro zvýšení tepelné izolace a lepší vzhled.

3.6.2 Hmotnost opláštění

Hmotnost použitého izolačního dvojskla je 26 kg/m^2 , [6] a celková plocha skla je zhruba 95 m^2 . Hmotnost skleněného opláštění je tedy cca 2500 kg .

3.6.3 Zatížení sněhem

U šachet stavěných v našich klimatických podmínkách je třeba dbát i na zatížení sněhovou pokrývkou. Toto také ošetřují platné normy. U mé šachty vycházím z mapy sněhových oblastí [4], která určuje pro Ostravsko II. stupeň zatížení sněhem a to 100 kg/m². Plocha střechy je 2,15 m², přídavek na zatížení sněhem tedy volím 215 kg.

3.7 Celková zátěž konstrukce

Hmotnost výtahové technologie: $m_v = 2300 \text{ kg}$

Vlastní hmotnost ocelové konstrukce: $m_k = 2100 \text{ kg}$

Hmotnost skleněného opláštění: $m_o = 2500 \text{ kg}$

Přídavek na zatížení sněhem: $m_s = 215 \text{ kg}$

$$m_c = m_v + m_k + m_o + m_s \quad (3.1)$$

$$m_c = 2300 + 2100 + 2500 + 215$$

Celková hmotnost $m_c = 7115 \text{ kg}$

3.8 Pevnostní výpočet ocelové konstrukce

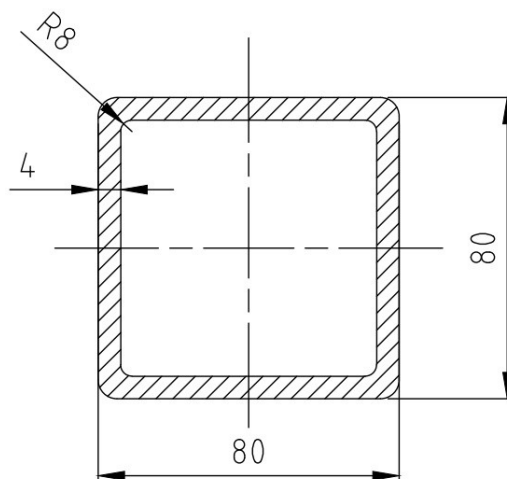
Dle norem ČSN: Na ocelové součásti a konstrukce se používají oceli třídy 11. Hlavní nosné části šachty budou tvořit čtyři čtvercové profily TR 4HR 80 x 4 – 6000 – ČSN 425720.00 – 11 353.0. [1] Tyto trubky se vyrábějí délky 6000 mm, proto budou svařeny na celkovou délku 19 m.

dovolené hodnoty zatížení pro ocel 11 353 jsem získal ve strojnických tabulkách

tlak míjivý: $p_{DOV} = 75 - 105 \text{ MPa}$

mez pevnosti v kluzu: $R_e = 216 \text{ MPa}$

mez pevnosti v tahu: $R_m = 385 \text{ MPa}$



Obr. 3.10 Průřez nosným profilem

Celkové zatížení konstrukce je tedy 7115 kg, toto zatížení se tedy rovnoměrně rozděluje mezi 4 hlavní nosné prvky.

Výpočet plochy nosného profilu

$$S = a * a - [(a - 2t) * (a - 2t)] \quad (3.2)$$

$$S = 80 * 80 - [(80 - 5) * (80 - 5)]$$

$$S = 1500 \text{ mm}^2$$

Velikost síly na jeden nosník

$$F_c = m_c * g \quad (3.3)$$

$$F_c = 7115 * 9,81$$

$$F_c = 69798 \text{ N}$$

$$F_1 = \frac{F_c}{4} \Rightarrow F_1 = 17500 \text{ N} \quad (3.4)$$

Výpočet tlakového zatížení

$$p = \frac{F}{4S} = p_{dov} \quad (3.5)$$

$$p = \frac{17500}{0.0015} = p_{dov}$$

$$p = 11,66 \text{ MPa} < 75 \text{ MPa} - \text{vyhovuje}$$

Kontrola nosníku na ohyb

$$\sigma_{DOV} = 85 - 115 \text{ MPa} \quad (3.6)$$

$$\sigma = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{dov}$$

Průřezový modul v ohybu pro obdélníkový profil

$$W_o = \frac{A^3 - a^3}{6} \quad (3.7)$$

$$W_o = \frac{80^3 - 70^3}{6}$$

$$W_o = 28\,166,666 \text{ mm}^4$$

Sílu zatěžující nosník volím 2500 N, jelikož celková zátěž se rozloží mezi ostatní nosníky

$$M_o = F * r \quad (3.8)$$

$$M_o = 2500 * 800 \text{ mm}$$

$$M_o = 2000000 \text{ Nm}$$

$$\sigma = \frac{2000000}{28\,166} \leq \tau_{dov}$$

$$\underline{\sigma = 71 \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} - \textbf{VYHOVUJE!!!}}$$

Šachta, kterou zde navrhuji je však již zkontrolována statickým výpočtem. Proto je můj výpočet spíše orientační. V praxi se pro statické výpočty používá speciální software, který zjistí hodnoty všech zatížení. Ve skutečnosti se šachta také kontroluje na zatížení bočním větrem. Toto jsem však u své práce pominul a výpočet velice zjednodušil, jelikož výpočty nebyly hlavním cílem mé práce.

3.9 Design úchyty opláštění

Pro úchyty jsem použil standardní závitové tyče délky 125 mm se závitem M8x1, [6]

3.9.1 Volba vzhledu úchytů

Pro svůj model šachty jsem si vybral jeden z vizualizovaných úchytů. Volil jsem zde z tvaru kruhového, hranatého a oválného.



Obr. 3.11 Skici oválného úchytu skel

Jelikož tvar oválného úchytu jsem si sám navrhl, musel jsem si jej nejdříve pro lepší představu naskicovat a poté zhotovit odpovídající render.



Obr. 3.12 Rendery různých úchytů

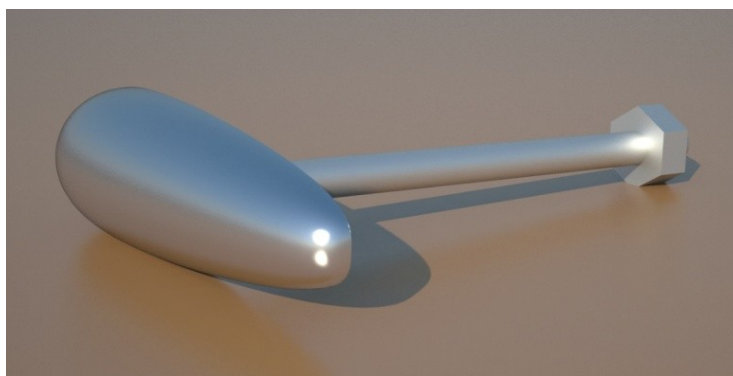
Pro můj návrh jsem si tedy zvolil oválný tvar úchytů, který se vizuálně odlišuje od klasických kruhových a hranatých úchytů. Tyto úchyty dodají šachtě jiný vzhled.

3.9.2 Render zvoleného úchyty

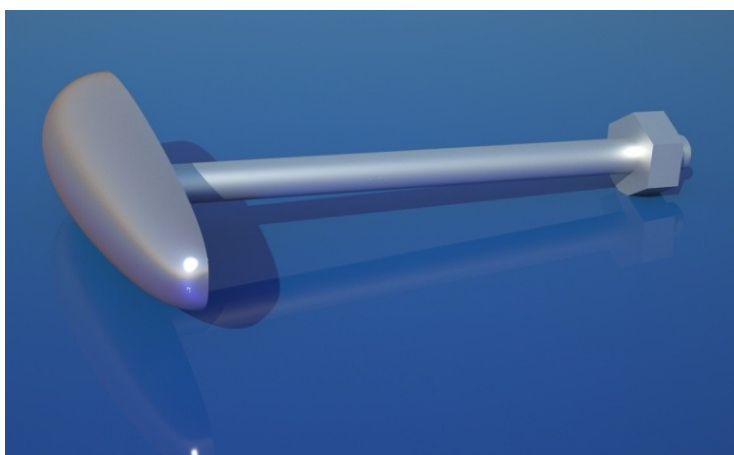
V tomto kroku jsou znázorněny vizualizace oválného úchyty v software Rhinoceros
4.0. Materiál povrchu úchyty jsem zvolil leštěný chrom.



Obr. 3.13 Render úchyty skla



Obr. 3.14 Render z jiného pohledu



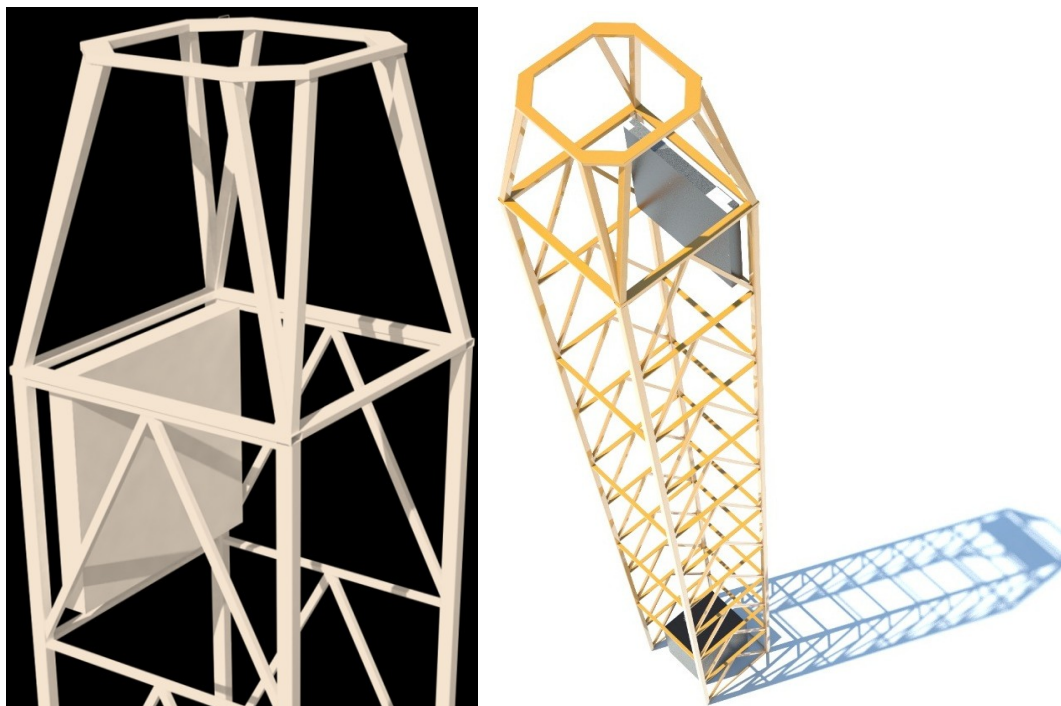
Obr. 3.15 Render pozlaceného úchyty

4. 3D model vytvořený pomocí CAM systému

Pro zhotovení 3D modelu jsem si zvolil software od americké firmy Robert McNeel & Associates s názvem Rhinoceros 4.0. Jak již název napovídá, jedná se o čtvrtou řadu tohoto 3D modeláře. Program je primárně určený k tvorbě a vizualizaci 3D objektů. Uvedený software má velice snadné uživatelské prostředí, což vede k jeho velké oblibě mezi začínajícími designéry. Proto jsem si jej také zvolil pro své 3D modelování. Pro lepší vizualizace jsem použil zásuvného modulu V-Ray for Rhinoceros. Tento modul provádí mnohem kvalitnější a náročnější vizualizace než implementovaný renderovací modul, který používá základní verze programu Rhinoceros.

4.1 První rendery

Při prvních pokusech modelování jsem experimentoval s možnostmi programu a tvary konstrukce.



Obr. 4.1 Předběžné rendery konstrukce šachty

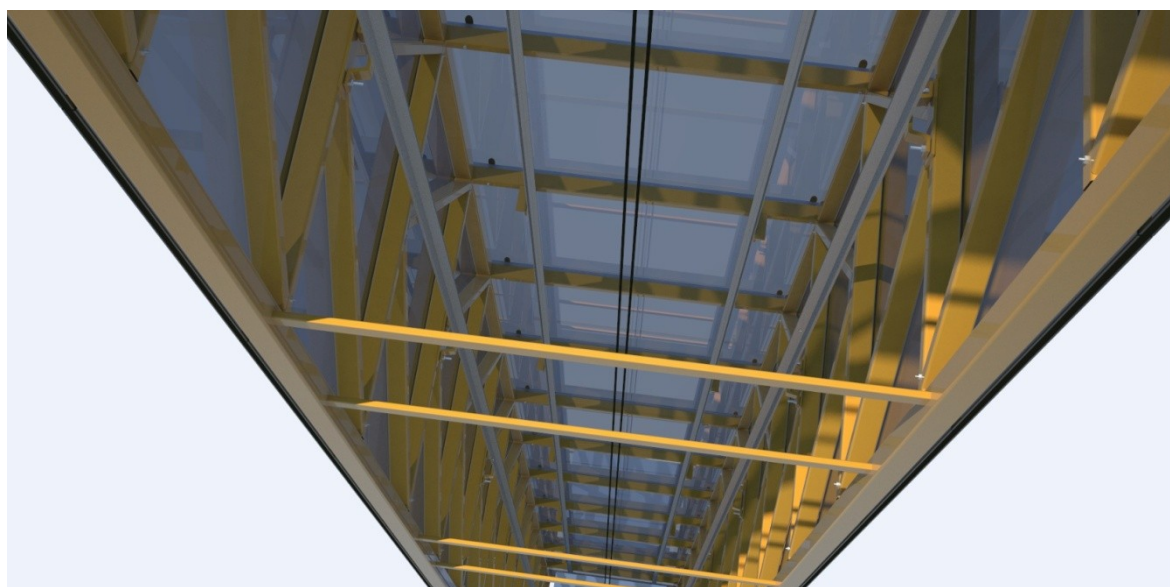
Na obrázku vlevo je render horní části konstrukce výtahové šachty s navrhovanou zúženou nástavbou krycí výtahový pohon. Na obrázku vpravo je celkový pohled na konstrukci výtahové šachty. Do modelu jsem zde již dodělal závaží a kabinu výtahu. Konstrukce je opatřena nátěrem.

4.2 Výsledný model a rendery

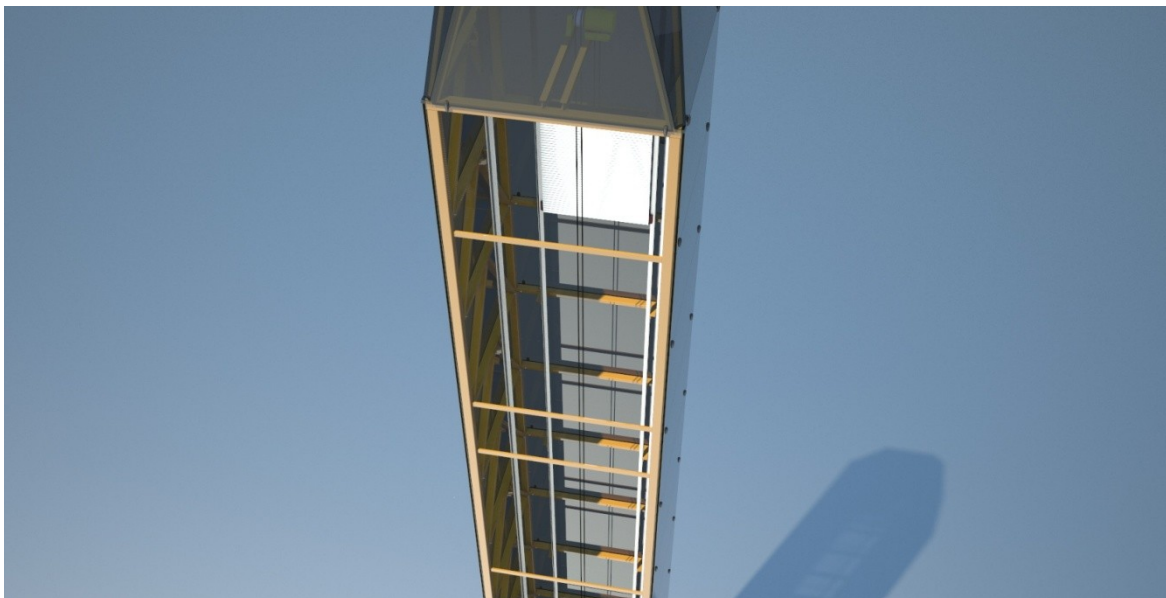
Na předchozích obrázcích jsou prvotní modely konstrukce bez opláštění a výtahových součástí. Tyto modely nebyly vhodné pro technické nedostatky jako například spojení nosníku nástavby, kde můžeme vidět, že jsou do sebe zapaštěny, a tak jsem musel zvolit naprosto nový propracovanější model, který by odpovídal základním technickým požadavkům a nedostatky vyskytující se v předchozích modelech by eliminoval. V následujících modelech jsou již zobrazeny všechny součásti výtahové šachty včetně skel, úchytů skel a výtahové technologie.



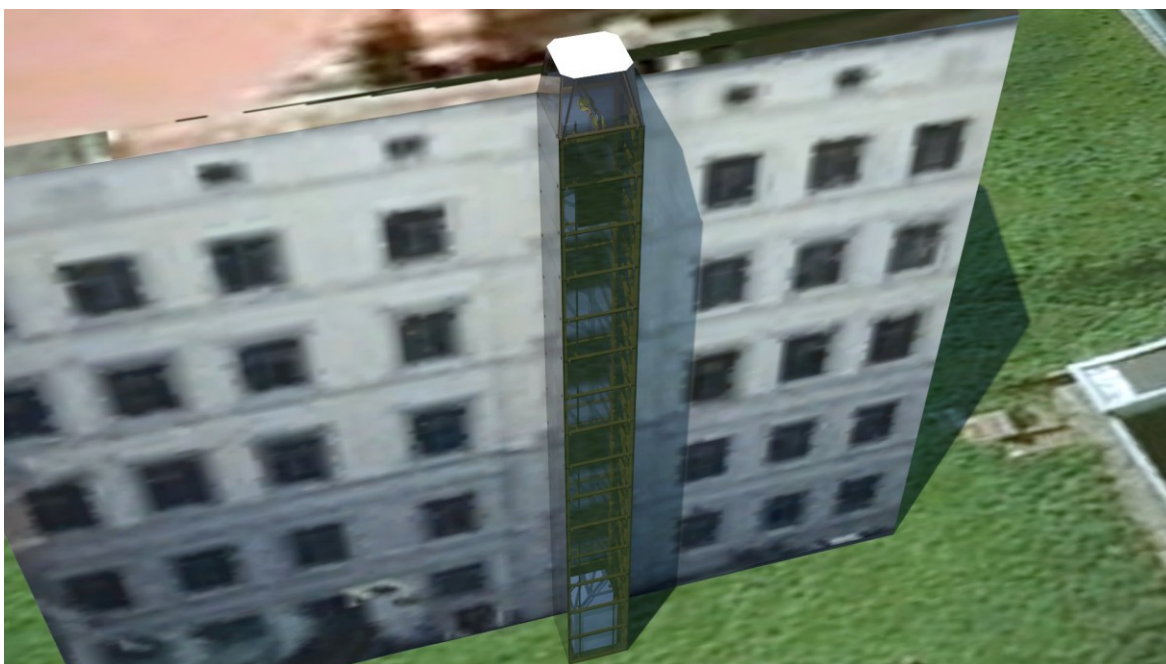
Obr. 4.2 Detail úchytu skel



Obr. 4.3 Pohled do výtahové šachty



Obr. 4.4 Vzdálenější pohled na šachtu



Obr. 4.5 Vizualizace šachty k domu

Poslední render, znázorňuje umístění šachty v zadní části obytného domu, bohužel se mi nepodařilo sehnat kvalitnější snímky domu a tak šachta na snímku výrazně dominuje.

5. Zhotovení fyzického modelu

Reálný model šachty jsem zhotovil v měřítku 1:10. Model zahrnuje pouze horní sekci šachty, tak aby bylo znázorněno koncové zúžení.



Obr. 5.1 Balsová konstrukce

Obrázek 5.1 zachycuje první fázi stavby, kdy jsem zhotovil konstrukci šachty z balsových a smrkových hranolků. Spojení jednotlivých částí je provedeno lepením.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce byl návrh designérského řešení výtahové šachty, jak z hlediska estetiky, tak z hlediska funkčnosti.

V práci jsem postupoval následovně, a to tak, že nejprve jsem vypracoval rešerši pro shrnutí různých typů výtahových šachet. Následně jsem začal tvořit skici, ze kterých jsem si zvolil nejvhodnější variantu. Poté jsem navrhl odpovídající rozměry a zvolil materiál. Nyní jsem mohl přejít k samotné podstatě problému, což bylo zhotovení virtuálního 3D modelu. Tento model jsem zhotovil pomocí vhodného software, při tom jsem kladl důraz na přesnost rozměru modelu a na celkovou reálnost vzhledu.

Výsledkem práce byla tedy vizualizace výtahové šachty, která bude sloužit jako ukázka vzhledu budoucí výtahové šachty.

Při řešení mé práce byl firmou ATA Engineering vznesen požadavek na vizualizace detailu uchycení skel, a tak jsem při zhotovování svého virtuálního modelu zhotovil i model, ze kterého jsem prováděl vizualizace detailu ukotvení pro zákazníka, tedy firmu ATA Engineering.



Obr. 6.1 Render kruhových úchyty skel

7. Seznam použité literatury

- [1] Leinveber, J., Vávra, P.: *Strojnické tabulky – třetí doplněné vydání*. Albra Úvaly, 2006. ISBN 80-7361-033-7
- [2] Drastík, F.: *Technické kreslení podle mezinárodních norem*. Montanex, 1994. ISBN 80-85780-10-0
- [3] PETRUŽELKA, J., *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TU, 2009

Použité internetové odkazy

- [4] <http://www.snihnastrese.cz/>
- [5] <http://www.schindler-cz.cz/>
- [6] <http://www.ata.cz/web/structure/22.html>
- [7] <http://www.ferona.cz/cze/index.php>
- [8] http://www.fokna.cz/okna_dvere_izol_skla.html

8. Seznam příloh

Výkres sestavy	- Výtahová šachta	(DUR131 – BC – 01)
Výrobní výkres	- Závitová tyč	(DUR131 – BC – 02)